

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-234801
(P2001-234801A)

(43) 公開日 平成13年8月31日 (2001.8.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)	
F 0 2 D 43/00	3 0 1	F 0 2 D 43/00	3 0 1 Z	3 G 0 2 2
			3 0 1 B	3 G 0 8 4
			3 0 1 K	3 G 0 9 2
13/02		13/02	J	3 G 3 0 1
41/22	3 0 1	41/22	3 0 1 B	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願2000-49777(P2000-49777)

(22) 出願日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000232999

株式会社日立カーエンジニアリング

茨城県ひたちなか市高場2477番地

(72) 発明者 赤坂 伸洋

茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株

式会社日立製作所自動車機器グループ内

(74) 代理人 100091096

弁理士 平木 祐輔

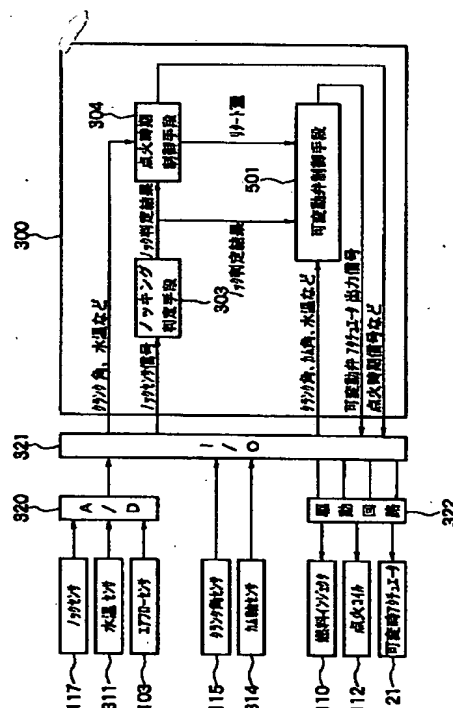
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関のノッキング制御装置

(57) 【要約】

【課題】 運転性を確保しつつノッキング発生時の点火時期遅角量を減らし、ノッキングを回避し、点火時期遅角による排気温度上昇、燃費の悪化、出力の低下を最小限に抑えることのできるエンジンのノッキング制御装置を提供する。

【解決手段】 ノッキング制御装置300を、ノックセンサ117によるノック検出信号に基づきノッキングの有無を判定するノッキング判定手段303と、判定結果に基づき点火時期を制御する点火時期制御手段304と、エンジンのバルブタイミングを可変に制御することのできる可変動弁制御手段501とで構成し、判定結果がノッキング有りと判定され、点火時期が遅角されたときには、その遅角量に応じて可変動弁制御手段501によって吸気弁の開閉時期を遅角させてなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関に発生するノッキング振動を検出するノッキング検出手段と、前記ノッキング検出手段が出力するノッキング検出信号に基づきノッキングの有無を判定するノッキング判定手段と、内燃機関の点火時期を制御する点火時期制御手段と、内燃機関の充填効率を変化させることができる充填効率可変手段とを備えた内燃機関のノッキング制御装置において、

前記点火時期制御手段は、前記ノッキング判定手段の判定結果に応動し、当該判定結果がノッキング有りであれば、前記点火時期制御手段が内燃機関の点火時期を遅角させ、前記充填効率可変手段は、内燃機関の点火時期の遅角に応じて内燃機関の充填効率を低下させることを特徴とする内燃機関のノッキング制御装置。

【請求項2】 前記充填効率可変手段は、アクチュエータによって内燃機関の吸気弁の開閉時期を遅角させる可変動弁制御手段であることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関のノッキング制御装置。

【請求項3】 前記ノッキング判定手段によりノッキングが有りと判定されて前記点火時期制御手段によって点火時期が所定値以上遅角した時に、前記可変動弁制御手段によって吸気弁の開閉時期を遅角させることを特徴とする請求項2に記載の内燃機関のノッキング制御装置。

【請求項4】 吸気弁の開閉時期の遅角解除は、点火時期遅角量が所定値以下に低減した時点よりから徐々に行うことを特徴とする請求項2に記載の内燃機関のノッキング制御装置。

【請求項5】 ノッキング制御中は、内燃機関の運転状態に応じた前記可変動弁制御手段による吸気弁制御を禁止し、ノッキング回避のための吸気弁遅角制御を優先的に行うことを特徴とする請求項2に記載の内燃機関のノッキング制御装置。

【請求項6】 前記充填効率可変手段は、アクチュエータによって内燃機関のスロットル開度を低減するスロットル制御手段であることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関のノッキング制御装置。

【請求項7】 前記ノッキング判定手段によりノッキングが有りと判定されて前記点火時期制御手段によって点火時期が所定値以上遅角した時に、前記スロットル制御手段によってスロットル弁を閉じることを特徴とする請求項6に記載の内燃機関のノッキング制御装置。

【請求項8】 スロットル弁の閉じ解除は、点火時期遅角量が所定値以下に低減した時点よりから徐々に行うことを特徴とする請求項6に記載の内燃機関のノッキング制御装置。

【請求項9】 ノッキング制御中は、内燃機関の運転状態に応じた前記スロットル制御手段によるスロットル制御を禁止し、ノッキング回避のためのスロットル閉じ制御を優先的に行うことを特徴とする請求項6に記載の内燃機関のノッキング制御装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、内燃機関のノッキング制御装置に係り、特に、自動車等の車輛用の内燃機関（ガソリンエンジン）におけるノッキングの発生を抑制するノッキング制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 自動車等の車輛用の内燃機関（以下、エンジンと略称することがある）の燃費向上手段として、エンジンの高圧縮比化が考えられている。しかし、エンジンの高圧縮比化はノッキング限界を低下させる原因になり、このため、高圧縮比エンジンでは、特に、高負荷領域でのノッキングの発生が問題となっている。

【0003】 周知のように、ガソリンエンジンにおけるノッキングは、エンジンの燃焼室内において混合気の火炎伝播の末端部が自己発火することにより、燃焼室内に大きな圧力不均衡が生じ、これによって発生した圧力波が燃焼室壁を加振してエンジンブロックに伝わる現象である。

【0004】 ノッキングは、エンジンの発生エネルギーの損失（出力低下）や、エンジン各部への衝撃、さらには燃費の低下等を招くため、できるだけ回避することが望ましく、そのためにはノッキングの発生を正確に検出するとともに、ノッキング発生時にはエンジンをノッキング発生状態から回避するように制御する必要がある。

【0005】 かかる観点から、従来より、自動車のエンジンにおいては、ノッキング発生時には、点火時期をエンジン状態のパラメータであるエンジン回転数と負荷とに基づいて制御し、通常時には、出力向上のために、点火時期をノッキング限界まで進角させておき、ノッキングの発生を抑えるようにしている。

【0006】 このような点火時期制御が行われるエンジンにおいて、ノッキング検出手段によってノッキング振動を検出し、ノッキング判別手段によってエンジンにノッキングが発生したか否かを判別し、エンジンにノッキングが発生したと判定した場合には、例えば、点火時期を遅角させ、その後、ノッキングが発生していないと判断すると、点火時期を徐々に最適点火時期に近付けると云った点火時期遅角制御を行うことが知られている（特開平5-26778号公報等）。

【0007】 また、特開昭59-93939号公報や特開平8-33296号公報には、エンジンの吸気弁の開閉タイミングを可変とする可変バルブタイミング機構を備え、ノッキングの発生時には吸気弁の開閉時期を遅角することにより、ノッキングの発生を回避するノッキング制御技術が示されている。

【0008】 このものによると、吸気弁の開閉時期を遅角し、吸気弁を吸気行程の下死点後の気筒圧縮行程初期まで開くことにより、実際の圧縮行程を短くし、エンジンの実圧縮比と充填効率を低下させることが行われる。

実圧縮比が低下すると、点火時期のノッキング限界は進角側にオフセットされるため、点火時期を遅角することなくノッキングを回避することが可能になる。

【0009】特開平11-036906号公報には、エンジンのノッキングの発生頻度を監視し、ノッキングの発生頻度が高くなると、ノッキング回避に必要な点火時期を演算し、点火時期を遅らせると同時に吸気弁の開閉時期を遅角し、ノッキングを回避する技術が示されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、点火時期の遅角によるノッキング回避では、圧縮比が高いエンジンであると、点火特性は圧縮圧力が高まるにつれて急激に上昇するため、平均有効圧力が犠牲になり、燃費悪化が避けられず、また、高負荷高回転時においては、排気温が上昇し、エンジンの耐久性に悪影響を与えるといった問題点がある。

【0011】これに対し、吸気弁の開閉時期の遅角によるノッキング回避では、点火時期遅角による上述のような問題を生じることはないが、しかし、吸気弁の開閉時期を遅角させることは、エンジン出力の低下に直接影響し、運転性上、好ましくなく、できるだけ避けることが望まれる。また、吸気弁の開閉時期の遅角は、吸入空気量を制御することになり、吸入空気量制御は、エンジンの出力に対して感度が低いため、一度、吸気弁の開閉時期が操作されると、ノッキングの発生を回避した後のエンジン運転性が悪化することが考えられ、このような面から、吸気弁の開閉時期を遅角させることは、できるだけ避けることが望まれる。

【0012】また、エンジンのノッキングの発生頻度を監視し、ノッキングの発生頻度が高くなると、ノッキング回避に必要な点火時期を演算し、点火時期を遅らせると同時に吸気弁の開閉時期を遅角してノッキングを回避するものでは、ノッキングの発生頻度に応じて点火時期の遅角と共に、積極的に吸気弁の開閉時期を遅角させるので、やはり、エンジン出力の低下、エンジン運転性の悪化が問題になる。

【0013】本発明は、上述の如き問題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、公知であるノッキング発生時の点火時期制御と充填効率制御（可変動弁制御またはスロットル制御）とを適切に組み合わせることで、可及的にエンジン出力、エンジン運転性を確保しつつ、燃費悪化、エンジンの耐久性に悪影響を与えることを低減してノッキングの発生を適切に回避する内燃機関のノッキング制御装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成すべく、本発明による内燃機関のノッキング制御装置は、内燃機関に発生するノッキング振動を検出するノッキング検出

手段と、前記ノッキング検出手段が出力するノッキング検出信号に基づきノッキングの有無を判定するノッキング判定手段と、内燃機関の点火時期を制御する点火時期制御手段と、内燃機関の充填効率を変化させることができる充填効率可変手段とを備えた内燃機関のノッキング制御装置において、前記点火時期制御手段は、前記ノッキング判定手段の判定結果に応動し、当該判定結果がノッキング有りであれば、前記点火時期制御手段が内燃機関の点火時期を遅角させ、前記充填効率可変手段は、前記点火時期制御手段による内燃機関の点火時期の遅角に応じて内燃機関の充填効率を低下させることを特徴としている。

【0015】かかる構成によると、内燃機関にノッキングが発生し、ノッキング判定手段によりノッキング有りと判定され、点火時期制御手段により点火時期が遅角されると、その点火時期遅角に応じて充填効率可変手段によって充填効率を低下させることが行われる。これにより、可及的にエンジン出力、エンジン運転性を確保しつつ、燃費悪化、エンジンの耐久性に悪影響を与えることを低減してノッキングを回避することが可能になる。本発明による内燃機関のノッキング制御装置の具体的な態様では、前記充填効率可変手段は、アクチュエータによって内燃機関の吸気弁の開閉時期を遅角させる可変動弁制御手段であることを特徴としている。

【0016】かかる構成によると、内燃機関にノッキングが発生し、ノッキング判定手段によりノッキング有りと判定され、点火時期制御手段により点火時期が遅角されると、その点火時期遅角に応じて可変動弁制御手段によって吸気弁の開閉時期を遅角させることが行われる。これにより、内燃機関の充填効率を低下し、可及的にエンジン出力、エンジン運転性を確保しつつ、燃費悪化、エンジンの耐久性に悪影響を与えることを低減してノッキングを回避することができる。

【0017】また、本発明による内燃機関のノッキング制御装置の具体的な態様では、前記ノッキング判定手段によりノッキングが有りと判定されて前記点火時期制御手段によって点火時期が所定値以上遅角した時に、前記可変動弁制御手段によって吸気弁の開閉時期を遅角させることを特徴としている。

【0018】かかる構成によると、内燃機関にノッキングが発生し、ノッキング判定手段によりノッキング有りと判定され、点火時期制御手段による点火時期遅角量が所定値以上になれば、はじめて可変動弁制御手段によって吸気弁の開閉時期を遅角させることが行われる。これにより、内燃機関の充填効率を低下し、可及的にエンジン出力、エンジン運転性を確保しつつ、燃費悪化、エンジンの耐久性に悪影響を与えることを低減してノッキングを回避することができる。

【0019】また、本発明による内燃機関のノッキング制御装置の具体的な態様では、吸気弁の開閉時期の遅角

解除を、点火時期遅角量が所定値以下に低減した時点よりから徐々に行うことを特徴としている。かかる構成によると、ノッキング制御によって制御される吸気弁が、点火時期遅角量が所定値以下に低減した時点から徐々に基本バルブタイミングに戻されることにより、運転性への跳ね返りを最小限にしてノッキングの発生を回避することができる。

【0020】また、本発明による内燃機関のノッキング制御装置の具体的な態様では、ノッキング制御中は、内燃機関の運転状態に応じた前記可変動弁制御手段による吸気弁制御を禁止し、ノッキング回避のための吸気弁遅角制御を優先的に行うことを特徴としている。

【0021】かかる構成によると、可変動弁制御は、運転状態等により目標バルブタイミングを演算し、バルブタイミングを制御するものであるが、ノッキング制御を行っている場合には、この制御を禁止し、ノッキング回避のための吸気弁遅角制御が優先的に行われ、ノッキングの発生を回避することができる。また、本発明による内燃機関のノッキング制御装置の具体的な態様では、前記充填効率可変手段が、アクチュエータによって内燃機関のスロットル開度を低減するスロットル制御手段であることを特徴としている。

【0022】かかる構成によると、内燃機関にノッキングが発生し、ノッキング判定手段によりノッキング有りと判定され、点火時期制御手段により点火時期が遅角されると、その点火時期遅角に応じてスロットル制御手段によってスロットル開度を低減することが行われる。これにより、内燃機関の充填効率を低下し、可及的にエンジン出力、エンジン運転性を確保しつつ、燃費悪化、エンジンの耐久性に悪影響を与えることを低減してノッキングを回避することができる。

【0023】また、本発明による内燃機関のノッキング制御装置の具体的な態様では、前記ノッキング判定手段によりノッキングが有りと判定されて前記点火時期制御手段によって点火時期が所定値以上遅角した時に、前記スロットル制御手段によってスロットル弁を閉じることを特徴としている。

【0024】かかる構成によると、内燃機関にノッキングが発生し、ノッキング判定手段によりノッキング有りと判定され、点火時期制御手段による点火時期遅角量が所定値以上になれば、はじめてスロットル制御手段によってスロットル弁を閉じることが行われる。これにより、内燃機関の充填効率を低下し、可及的にエンジン出力、エンジン運転性を確保しつつ、燃費悪化、エンジンの耐久性に悪影響を与えることを低減してノッキングを回避することができる。

【0025】また、本発明による内燃機関のノッキング制御装置の具体的な態様では、スロットル弁の閉じ解除を、点火時期遅角量が所定値以下に低減した時点よりから徐々に行うことを特徴としている。かかる構成による

と、ノッキング制御によって制御されるスロットル開度が、点火時期遅角量が所定値以下に低減した時点から徐々に基本スロットル開度に戻されることにより、運転性への跳ね返りを最小限にしてノッキングの発生を回避することができる。

【0026】また、本発明による内燃機関のノッキング制御装置の具体的な態様では、ノッキング制御中は、内燃機関の運転状態に応じた前記スロットル制御手段によるスロットル制御を禁止し、ノッキング回避のためのスロットル閉じ制御を優先的に行うことを特徴としている。

【0027】かかる構成によると、スロットル制御は、運転状態等により目標スロットル開度を演算し、スロットル開度を制御するものであるが、ノッキング制御を行っている場合には、この制御を禁止し、ノッキング回避のためスロットル閉じ制御が優先的に行われ、ノッキングの発生を回避することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づき、本発明の一実施の形態の内燃機関のノッキング制御装置について説明する。図1は本実施の形態のノッキング制御装置を備えたエンジンシステムの全体構成を示している。

【0029】エンジン100の吸気ポート100Aには、エアクリーナ101、エアフローセンサ103、スロットル弁装置121、コレクタ105、吸気管106が順に接続されている。エンジン100が吸入する空気は、エアクリーナ101の入口部102から取り入れられ、エアフローセンサ103を通り、吸入空気量を制御するスロットル弁104を設置されたスロットル弁装置121を通り、コレクタ105に入る。コレクタ105に吸入された空気は、エンジン100の各シリンダ（気筒）107に接続された各吸気管106に分配され、シリンダ内107に導かれる。

【0030】スロットル弁104にはスロットルモータ120が駆動連結されており、スロットルモータ120の駆動により電動式にスロットル弁104が開閉操作されるようになっている。一方、ガソリンなどの燃料は、燃料タンク108から低圧燃料ポンプ109により加圧され、プレッシャレギュレータ111により所定の圧力に調圧されて燃料インジェクタ110に供給される。燃料インジェクタ110は各気筒の吸気ポート100Aに設けられており、燃料インジェクタ110から噴射された燃料は、吸入空気と共にシリンダ内107に入り、点火コイル112によって高電圧化された放電電圧による点火プラグ113の火花により着火される。

【0031】エアフローセンサ103は、吸気流量を計測し、吸気流量を表わす信号をコントロールユニット

（エンジン制御部）114に入力する。スロットル弁装置121にはスロットル開度センサ（図示せず）が取り付けられており、スロットル開度センサは、スロットル

弁104の開度を検出し、スロットル開度を表わす信号をコントロールユニット114に入力する。また、スロットル弁装置121には、アクセルセンサ（図示せず）が一体に設けられており、アクセルセンサは、運転者がアクセルペダル122を操作する量を検出し、アクセルペダル操作量を表わす信号をコントロールユニット114に入力する。

【0032】エンジン100のクランク室部分にはクランク角センサ115が取り付けられている。クランク角センサ115は、クランク軸116の回転角、即ち、クランク角を検出し、クランク角を表わす信号をコントロールユニット114に入力する。コントロールユニット114は、上述の入力信号に基づいて燃料の噴射量及びタイミング、点火時期を制御する。

【0033】エンジン100の吸気ポート100Aを開閉する吸気弁123は、カム軸119によって駆動されている。カム軸119には、周知の可変動弁制御機構118が接続されている。可変動弁制御機構118は、クランク角センサ115とカム軸の回転角度を検出するカム角センサ314（図2参照）からのカム角信号に基づき、エンジン100の潤滑油を作動油とする可変動アクチュエータ121（図2参照）によって駆動され、カム軸119のクランク軸116に対する相対角を変更する。

【0034】エンジン100のシリンダブロックの中央付近には、ノッキングの検出手段としてノックセンサ117が取り付けられている。このノックセンサ117は、例えば、圧電素子により構成され、エンジン100のノッキング振動のレベルに対応した信号をコントロールユニット114へ出力する。

【0035】図2は、図1のエンジン制御装置114に備えられ本発明の一実施の形態にかかるノッキング制御装置300の機能構成を示している。ノッキング制御装置300は、ノッキング判定手段303と、点火時期制御手段304と、内燃機関の充填効率を変化させることができる充填効率可変手段である可変動弁制御手段501とを有している。

【0036】ノッキング制御装置300は、I/Oポート321に、エンジンの状態情報（例えば、エンジン回転数、吸入空気量、エンジン水温、車速等）を、クランク角センサ115、エアフローセンサ103、水温センサ311などより入力し、ノッキング制御および可変動弁制御に必要な状態情報として、ノッキングセンサ117の出力信号と、カム角センサ314の出力信号をI/Oポート321に入力する。なお、アナログ入力（エアフローセンサ信号、水温センサ信号、ノッキングセンサ信号）は、A/D変換器320によってアナログ/デジタル変換した後、I/Oポート321よりノッキング制御装置300に入力される。

【0037】ノッキング制御装置300は、各センサか

らの信号に基づいて燃料供給量および点火時期等を演算し、駆動回路322を介してインジェクタ110、点火コイル112に制御信号を出力する。ノッキング制御装置300におけるノッキング信号の取り込みは、ノッキング制御装置300のクロック周期に同期してA/D変換器320にてサンプリングされ、A/D変換器320によってノッキングセンサ117の信号をデジタルに変換し、これをノッキング判定手段303に入力してノッキング判定手段303によりノッキングの有無を判定する。ノッキング判定手段303におけるノッキングの判定結果は点火時期制御手段304に入力され、点火時期制御手段304はノッキングの判定結果に基づいて点火時期補正制御を行う。

【0038】次に、点火時期制御手段304における点火時期補正制御について図3を用いて説明する。ノッキング判定手段303によってエンジン100でノッキングが発生していると判定されたときには、点火時期制御手段304によって点火時期を遅角側に補正する。図3はこのときの点火時期制御のフローチャートである。このフローチャートの動作は、一定時間周期、例えば、10msec毎に繰り返し行われる。

【0039】まず、点火時期制御手段304内のRAMに設定された所定のレジスタからエンジン回転数Nおよび吸入空気量Qを読み込む（ステップ401）。次に、単位回転数あたりの吸入空気量 Q/N を演算し、さらに Q/N から燃料噴射時間 T_i を求め、燃料供給のためにROM内に保持している基本点火時期マップから基本点火時期 θ_{base} を算出する（ステップ402）。

【0040】次に、ノッキング判定手段303から判定結果を入力し、ノッキング発生の有無を判定する（ステップ403）。ノッキングが発生していれば、現在の点火時期進角量 θ_{adv} から所定の遅角量 $\Delta\theta_{ret}$ を減算する（ステップ404）。この減算によって点火時期が遅角される。これに対し、ノッキングが発生していなければ、現在の点火時期進角量 θ_{adv} に所定の進角量 $\Delta\theta_{adv}$ を加算し、点火時期進角量 θ_{adv} を更新する（ステップ405）。次に、基本点火時期 θ_{base} に、上記のごとく更新した点火時期進角量 θ_{adv} を加えて制御目標の点火時期 θ_{ign} を演算する（ステップ406）。

【0041】次に、エンジン回転数Nおよび吸入空気量 Q/N に応じて最大進角値 θ_{res} を求める（ステップ407）。最大進角値 θ_{res} は点火時期制御部304のROM内に格納されている最大進角値マップから読み出すことによって決定される。次に、点火時期 θ_{ign} が最大進角値 θ_{res} を超えたか否かを判断し（ステップ408）、点火時期 θ_{ign} が最大進角値 θ_{res} を超えていれば、過進角であるので、最大進角値 θ_{res} を点火時期 θ_{ign} とする（ステップ409）。

【0042】最後に、上述のようにして点火時期 θ_{ign} が設定された後に、点火コイル112への出力情報をセ

ットする(ステップ410)。このように、ノッキングを検出して点火時期を制御することで、機関のノッキングを回避することが可能となる。次に、可変動弁制御手段501による可変動弁制御について説明する。

【0043】可変動弁制御手段501は、前述と同様の方法で、エンジン水温、車速を入力し、また、ノッキング判定部303によりノッキングの有無の判定結果と、点火時期制御手段304の演算結果であるエンジン点火時期調整量(遅角量など)を入力し、これらの入力情報から、最適なバルブタイミングを演算し、可変動弁アクチュエータ121(例えばソレノイド等)の出力信号を駆動回路322を介して可変動弁アクチュエータ121へ出力し、バルブタイミングを制御する。次に、本発明によるノッキング制御装置の動作について、以下に、一実施の形態に従い説明する。なお、本実施の形態では、排気弁は固定位相で、吸気弁のみ可変位相になる可変動弁機構を例にとる。

【0044】図4は点火時期補正量を利用した可変動弁制御動作のフローチャートを示している。まず、図3に示されている処理フローによって、ノッキング判定手段303、点火時期制御手段304で、ノッキング判定処理および点火時期補正制御を行う(ステップ121)。

【0045】次に、点火時期制御手段304より点火時期補正量(点火時期遅角量=点火時期リタード量)を入力して点火時期リタード量が予め定められた所定値(可変動弁制御開始スライスレベル S_{on})以上であるか否かの判別を行う(ステップ122)。ノッキング発生していても、点火時期が所定値 S_{on} 未満であれば、可変動弁制御は行わず、そのまま制御を終了する。これにより、点火時期遅角量が小さいときには吸気弁遅角制御が行われず、通常の運転性を確保することができる。

【0046】これに対し、点火時期リタード量が所定値 S_{on} 以上であれば、可変動弁制御手段501によって既に吸気弁開閉時期制御が行われているか否かを判別する(ステップ123)。既に、吸気弁開閉時期制御が行われていれば、その吸気弁開閉時期制御を禁止する(ステップ124)。運転状態によっては、ノッキングが発生していても、運転性向上(例えばトルク要求のための可変動弁制御)のために、吸気弁を進角させていることがあり、このような場合には、吸気弁を進角させることを禁止する。

【0047】次に、ノッキング回避のために吸気弁を開閉時期を進角し(ステップ125)、ノッキングを回避する。遅角量の設定については後述する。次に、点火時期制御手段304より点火時期補正量(点火時期遅角量=点火時期リタード量)を入力して点火時期リタード量が予め定められた所定値(可変動弁制御解除スライスレベル S_{off})以上であるか否かの判別を行う(ステップ126)。ただし、点火時期遅角量に関して $S_{on} > S_{off}$ である。

【0048】点火時期遅角量が所定値 S_{off} より大きければ、吸気弁遅角制御を継続し、これに対し、点火時期遅角量が所定値 S_{off} 未満に低減すれば、吸気弁遅角制御を解除し、基本吸気弁作動角となるように進角させる(ステップ127)。ここで、吸気弁の開閉時期の進角(吸気弁の開閉時期の遅角解除)は、運転性を考えて点火時期遅角量が所定値 S_{off} 未満に成った時点より徐々に行うことが望ましい。

【0049】また、ここでの所定値 S_{off} は、点火時期が基本点火時期に戻ったとき、すなわち、所定値 S_{off} を0と設定することで、エンジンへの吸気が安定し、運転性が向上する。ただし、点火時期を進角している時間が長くなるので、排気温度、燃費、出力に対しては不利になる。詳細については後述する。

【0050】次に、本実施の形態におけるノッキング回避のための吸気弁遅角量の設定法について説明する。ただし、上述した通り、ノッキングを吸気弁遅角により回避することは公知であるので、図5、図6を用いて簡単に説明する。図5、図6は吸気弁用のカム軸回転による吸気行程の変化を表したものである。通常、基本バルブタイミングからエンジン回転数に応じてバルブタイミングを変化させる。図5は基本バルブタイミングから進角あるいは遅角したときのバルブタイミングとタイミング領域を表している。図6は進角時と遅角時の弁開閉線図である。ここで、TDCは上死点を、BDCは下死点を表している。吸気弁が進角しているときは、IVO2で吸気弁を開き、IVC2で吸気弁が閉じる。これに対し、吸気弁が遅角しているときは、IVO1で吸気弁を開き、IVC1で吸気弁を閉じる。以上から分かるように、吸気弁を進角させるほど、圧縮行程中も吸気弁が開いていることになり、実圧縮比が低下する。実圧縮比が低下すると、エンジンの点火時期に対するノッキング領域は、進角側に移動するため、ノッキングが回避することが可能となる。

【0051】しかしながら、吸入空気量制御でノッキングを回避しようとする場合、点火時期遅角によるノッキング回避に比べ、ノッキングへの感度が低いため、エンジンへの負担等を考慮した場合、本実施の形態のように、初期のノッキングに対しては、点火時期に頼るほうがよい。したがって、吸気弁の遅角量は、排気温度や出力、燃費があまり犠牲にならない程度の点火時期遅角量と、上述した空気量がノッキングに及ぼす感度とを考慮して設定とすることが望ましい。次に、本実施の形態におけるノッキング判定結果と点火時期制御および可変動弁制御の作動イメージを図7、図8を用いて説明する。

【0052】図7(a)～(d)に示されているように、ノッキング判定により、ノッキング有りと判定されても、点火時期遅角量が可変動弁制御開始スライスレベル S_{on} を超えないときには、可変動弁制御(吸気弁遅角)は行わず、点火時期遅角のみでノッキングを回避す

る。

【0053】一方、ノッキング判定により、ノッキング有りと判定され、点火時期遅角量が可変動弁制御開始スライスレベル S_{on} を超えたときには、吸気弁遅角要求をセットし、可変動弁制御手段501により、可変動弁アクチュエータ121を作動させ、吸気弁123の開閉時期を遅角させる。その結果、ノッキングの発生を回避することができる。

【0054】点火時期遅角量が可変動弁制御解除スライスレベル S_{off} 以下にまで低減すれば、吸気弁遅角要求を解除し、吸気弁123の開閉時期が基本作動角（基本バルブタイミング）となるように、可変動弁制御手段501による制御によって吸気弁123の開閉時期を徐々に進角させる。

【0055】以上の制御を行うことにより、本発明による可変動弁制御がない場合に比べ、点火時期を遅角させている時間が短くなり、また、点火時期による遅角量も大幅に抑えることができる。また、吸気弁遅角を徐々に戻すことにより、運転性への跳ね返りも最小限に抑えることができる。

【0056】図8は可変動弁制御解除スライスレベル S_{off} を点火時期が基本点火時期に戻ったとき、すなわち、所定値を0と設定した場合を示している。なお、動作手順は図7で説明した通りである。この制御特性では、点火時期が基本点火時期に戻るまで吸気弁123を遅角させているので、エンジンの吸気特性が安定し、運転性が向上する。しかしながら、点火時期遅角時間が長くなってしまうため、図7に示されている制御特性の場合より、排気温度、出力、燃費に対して不利である。しかしながら、本発明による制御がない場合に比べ、点火時期を遅角させている時間が短くなり、また、点火時期による遅角量も大幅に抑えることができる効果は得られる。以上により、本実施の形態によるノッキング制御を用いることで、ノッキングを回避しつつ点火時期遅角量と点火時期遅角時間を減少させることができる。

【0057】図9はこの発明によるノッキング制御装置の他の実施の形態を示している。なお、図9において、図2に対応する部分は、図2に付した符号と同一の符号を付けて、その説明を省略する。この実施の形態では、内燃機関の充填効率を変化させることができる充填効率可変手段として、可変動弁制御手段501に代えて、ノッキング制御装置900にスロットル制御手段901が設けられている。

【0058】なお、ノッキング制御装置900の基本的な入力情報、燃料噴射制御、点火制御等は、図2で説明したノッキング制御装置300と同様であり、上述した通りである。異なる点は、スロットル制御に必要となる情報として、アクセル開度センサ902、スロットル開度センサ903がアナログ入力されることである。入力後の処理は、図2で説明したノックセンサ117等と同

様である。また、ノッキング判定手段303も上述した通りである。

【0059】スロットル制御手段901は、前述と同様の方法で、エンジン水温、車速を入力し、ノッキング判定部303によりノッキングの有無の判定結果と、点火時期制御手段304の演算結果であるエンジン点火時期調整量（遅角量など）を入力する。スロットル制御手段901は、これらの入力情報から、最適なスロットル開度を演算し、スロットル弁104を開閉駆動するスロットルモータ120の出力信号を駆動回路322を介してスロットルモータ120へ出力し、スロットル開度を制御する。以上の制御で、運転状態に応じてスロットルモータ120を自由に駆動してスロットル開度を制御することができる。

【0060】図10は、点火時期補正量を利用したスロットル制御動作のフローチャートを示している。まず、図3に示されている処理フローによって、ノッキング判定手段303、点火時期制御手段304で、ノッキング判定処理および点火時期補正制御を行う（ステップ221）。

【0061】次に、点火時期制御手段304より点火時期補正量（点火時期遅角量＝点火時期リタード量）を入力して点火時期リタード量が予め定められた所定値（スロットル閉じ制御開始スライスレベル S_{on} ）以上であるか否かの判別を行う（ステップ222）。

【0062】ノッキング発生していても、点火時期が所定値 S_{on} 未満であれば、スロットル制御は行わず、そのまま制御を終了する。これにより、点火時期遅角量が小さいときにはスロットル閉じ制御が行われず、通常の運転性を確保することができる。

【0063】これに対し、点火時期リタード量が所定値 S_{on} 以上であれば、スロットル制御手段901によって既に通常のスロットル制御が行われているか否かを判別する（ステップ223）。既に、通常のスロットル制御が行われていれば、通常のスロットル制御を禁止する（ステップ224）。運転状態によっては、ノッキングが発生していても、運転性向上（例えばトルク要求のためのスロットル制御）のために、スロットル弁104を開いている場合があり、このような場合には、スロットル弁104を開くことを禁止する。

【0064】次に、ノッキング回避のために、スロットルモータ120によってスロットル弁104を閉じ（ステップ225）、ノッキングを回避する。スロットル弁104を閉じ量の設定については後述する。次に、点火時期制御手段304より点火時期補正量（点火時期遅角量＝点火時期リタード量）を入力して点火時期リタード量が予め定められた所定値（スロットル閉じ制御解除スライスレベル S_{off} ）以上であるか否かの判別を行う（ステップ226）。ただし、この場合も、点火時期遅角量に関して $S_{on} > S_{off}$ である。

【0065】点火時期遅角量が所定値 $Soff'$ より大きければ、スロットル閉じ制御を継続し、これに対し、点火時期値角量が所定値 $Soff'$ 未満に低減すれば、スロットル閉じ要求を解除し、基本スロットル開度となるように、スロットルモータ120によってスロットル弁104を開く(ステップ227)。ここで、スロットル弁104の開弁(スロットル弁の閉じ解除)は、点火時期遅角量が所定値 $Soff'$ 未満に低減した時点よりから運転性を考えて徐々に行うことが望ましい。

【0066】また、ここでの所定値 $Soff'$ は、点火時期が基本点火時期に戻ったとき、すなわち、所定値 $Soff'$ を0と設定することで、エンジンへの吸気が安定し、運転性が向上する。ただし、点火時期を遅角している時間が長くなるので、排気温度、燃費、出力に対しては不利になる。詳細については後述する。

【0067】次に、本実施の形態におけるノッキング回避のためのスロットル閉じ量の設定法について説明する。スロットル開度制御によって充填効率をさげる方法は、エンジンに対して空気量が急激に変化しないので、前述した可変動弁制御に比べ、効率は劣る。スロットル弁の閉じ量は、点火時期遅角によるノッキング回避領域と、スロットルを閉じることにより低下する充填効率と、運転性を考慮して設定されることが望ましい。次に、本実施の形態における、ノッキング判定結果と点火時期遅角量、スロットル制御の作動イメージを図11、図12を用いて説明する。

【0068】図11において、ノッキング判定により、ノッキング有り判定されても、点火時期遅角量がスロットル閉じ制御開始スライスレベル Son' を超えないときは、スロットル閉じ制御は行わず、点火時期遅角のみでノッキングを回避する。一方、ノッキング判定により、ノッキング有り判定され、点火時期がスロットル閉じ制御開始スライスレベル Son' を超えたときは、スロットル閉じ制御要求をセットし、スロットル制御手段901により、スロットルモータ120を作動させ、スロットル弁104を閉じる。その結果、エンジン100への吸入空気量が減少し、充填効率が低下するためノッキングの発生を回避することができる。

【0069】点火時期遅角量がスロットル閉じ制御開始スライスレベル $Soff'$ 以下にまで低減すれば、スロットル閉じ要求を解除し、スロットル制御手段901による制御によってスロットル弁104を基本スロットル開度となるように徐々に開いていく。

【0070】以上の制御を行うことにより、本発明による制御がない場合に比べ、点火時期を遅角させている時間が短くなり、また、点火時期による遅角量も大幅に抑えることができる。また、スロットル開度を徐々に戻すことにより、運転性への跳ね返りも最小限に抑えることができる。

【0071】図12はスロットル閉じ制御解除スライ

レベル $Soff'$ を点火時期が基本点火時期に戻ったとき、すなわち、所定値を0と設定した場合を示している。なお、動作手順は、図11で説明した通りである。この制御特性では、スロットル閉じ制御を基本点火時期となるまで行っているため、エンジンの吸気特性が安定するため、運転性が向上する。しかしながら、点火時期遅角時間が長くなってしまうため、図11に示されている制御特性の場合よりは、排気温度、出力、燃費に対して不利である。しかしながら、本発明による制御がない場合に比べ、点火時期を遅角させている時間が短くなり、また、点火時期による遅角量も大幅に抑えることができる。

【0072】以上により、本実施の形態によるノッキング制御手段を用いることで、ノッキングを回避しつつ点火時期遅角量と時間を減少させることができる。また、点火時期遅角量が減少することにより、エンジンを高圧縮比化することができ、燃費向上、出力向上が期待できる。以上、本発明の一実施の形態について説明したが、本発明は、前記実施の形態に限られることなく、特許請求の範囲に記載された発明の精神を逸脱することなく、設計等において種々の変更ができるものである。

【0073】たとえば、可変動弁制御手段を用いたノッキング制御手段と、スロットル制御手段を用いたノッキング制御手段を組み合わせることも可能である。ノッキングに対する感度は、(1)点火時期遅角(2)吸気弁遅角(3)スロットル閉じ、の順に高いので、初期のノッキングは点火時期遅角で回避し、次に吸気弁を遅角し、最後にスロットルを閉じる、といった制御を行うことで、それぞれの手段に対する負担を小さくでき、運転性をさらに向上させつつ、ノッキングを回避し、点火時期遅角量、時間も少なくすることができる。

【0074】

【発明の効果】以上の説明から理解できるように、本発明による内燃機関のノッキング制御装置によれば、点火時期制御手段がノッキング判定手段の判定結果に応動し、当該判定結果がノッキング有りであれば、点火時期制御手段が内燃機関の点火時期を遅角させ、内燃機関の点火時期の遅角に応じて、たとえば、点火時期の遅角量が所定値以上になれば、可変動弁制御手段やスロットル制御手段等による充填効率可変手段によって内燃機関の充填効率を低下させることが行われるから、エンジン運転性を確保しつつ、ノッキングによる点火時期の遅角量と、遅角時間を削減できる。結果として、点火時期遅角によって生じる排気温度の上昇と、燃費の悪化、出力の低下を最小限に抑えることができる。また、点火時期遅角量が減少することにより、エンジンを高圧縮比化することができるため、燃費向上や出力向上が期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係るノッキング制御装置を備えたエンジンシステムの全体構成を示す全体構成

図。

【図2】本発明の一実施の形態に係る内燃機関のノッキング制御装置の機能構成図。

【図3】図2に示されているノッキング制御装置の点火時期制御動作のフローチャート。

【図4】図2に示されているノッキング制御装置の点火時期補正量を利用した可変動弁制御動作のフローチャート。

【図5】可変バルブタイミングの動作範囲を表したグラフ。

【図6】可変バルブタイミングの動作範囲を表したタイミング図。

【図7】(a)～(d)は図2に示されたノッキング装置の可変動弁制御の動作の一例を示す図であり、(a)はノック判定結果を、(b)は点火時期と可変動弁制御との関係を、(c)は吸気弁遅角要求を、(d)は吸気弁作動イメージを各々示している。

【図8】(a)～(d)は図2に示されたノッキング装置の可変動弁制御の動作の他の一例を示す図であり、(a)はノック判定結果を、(b)は点火時期と可変動弁制御との関係を、(c)は吸気弁遅角要求を、(d)は吸気弁作動イメージを各々示している。

【図9】本発明の他の実施の形態に係る内燃機関のノッキング制御装置の機能構成図。

【図10】図9に示されているノッキング制御装置の点火時期補正量を利用したスロットル制御動作のフローチャート。

【図11】(a)～(d)は図9に示されたノッキング装置の可変動弁制御の動作の一例を示す図であり、

(a)はノック判定結果を、(b)は点火時期とスロットル閉じ制御との関係を、(c)はスロットル閉じ要求

を、(d)はスロットルモータ作動イメージを各々示している。

【図12】(a)～(d)は図9に示されたノッキング装置の可変動弁制御の動作の他の一例を示す図であり、

(a)はノック判定結果を、(b)は点火時期とスロットル閉じ制御との関係を、(c)はスロットル閉じ要求を、(d)はスロットルモータ作動イメージを各々示している。

【符号の説明】

100. エンジン

103. エアフローセンサ

104. スロットル弁

110. 燃料インジェクタ

112. 点火コイル

113. 点火プラグ

114. エンジン制御装置

115. クランク角センサ

116. クランク軸

117. ノックセンサ

118. 可変動弁制御機構

119. カム軸

120. スロットルモータ

121. スロットル弁装置

122. アクセルペダル

123. 吸気弁

300. ノッキング制御装置

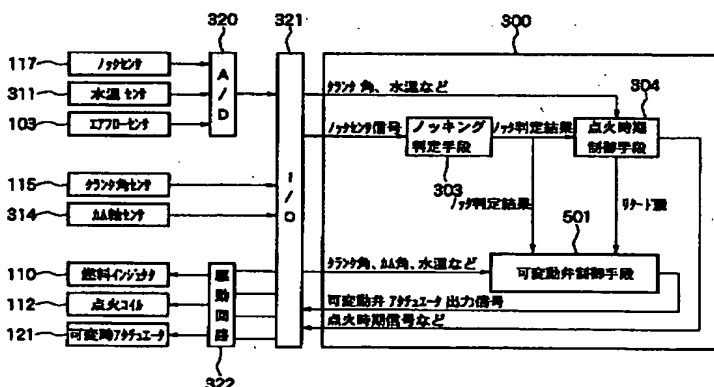
303. ノッキング判定手段

304. 点火時期制御手段

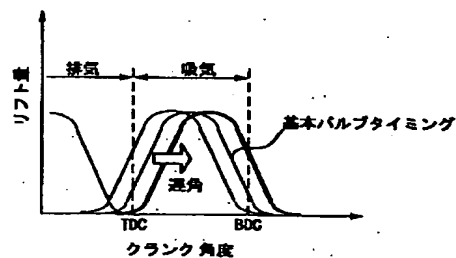
501. 可変動弁制御手段

901. スロットル制御手段

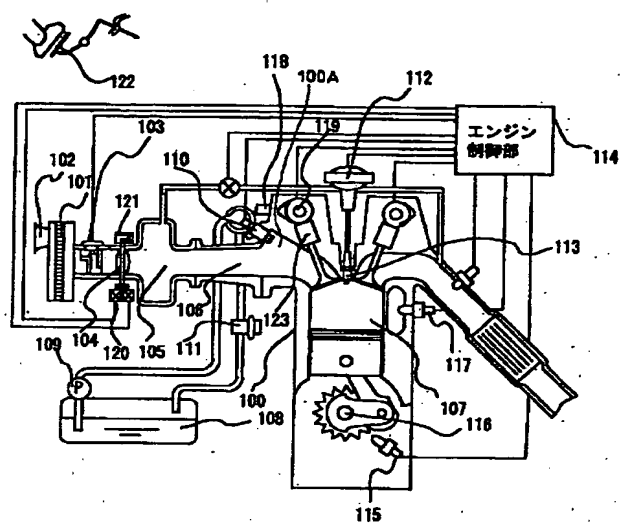
【図2】



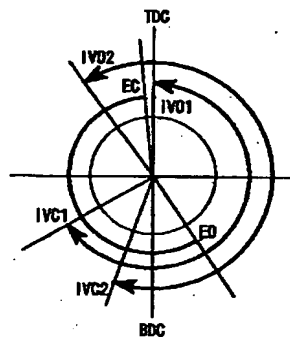
【図5】



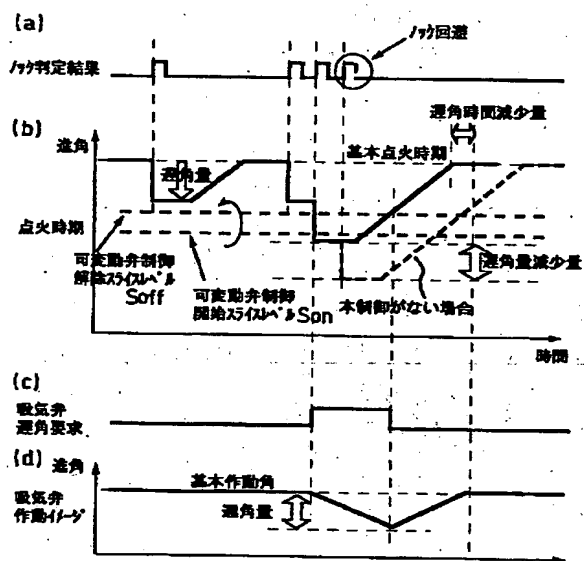
【図1】



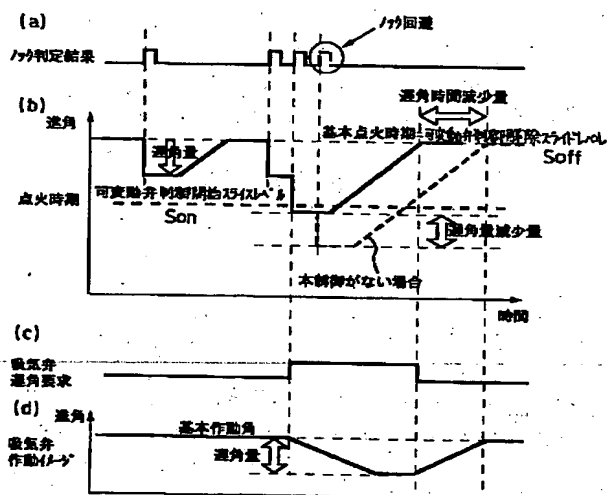
【図6】



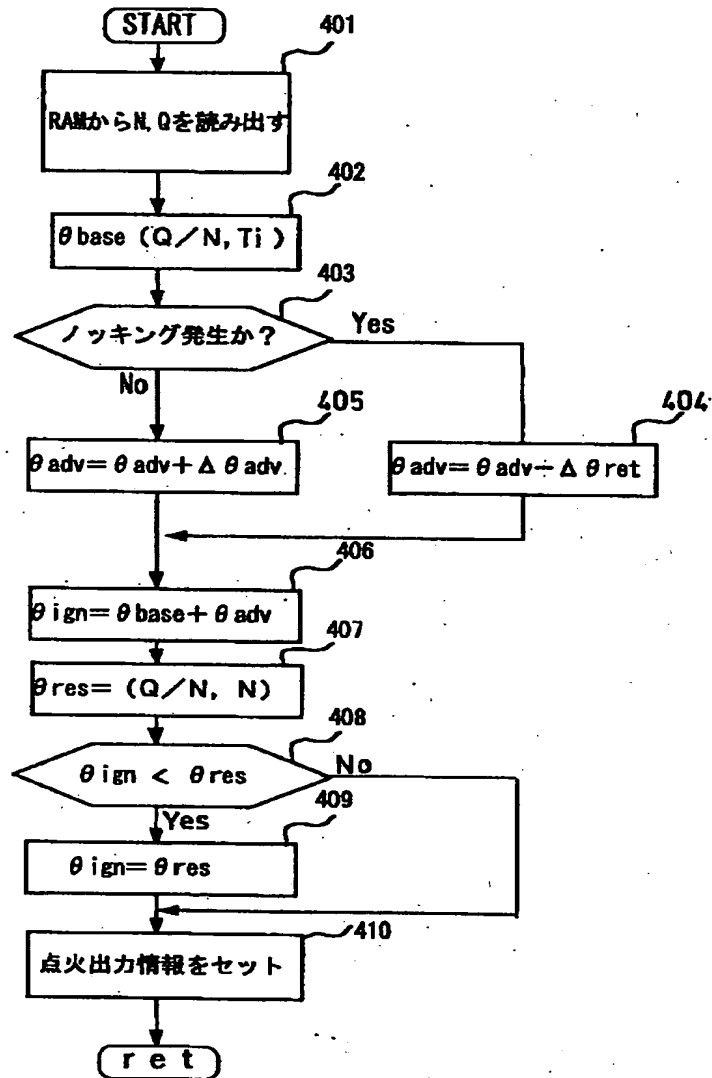
【図7】



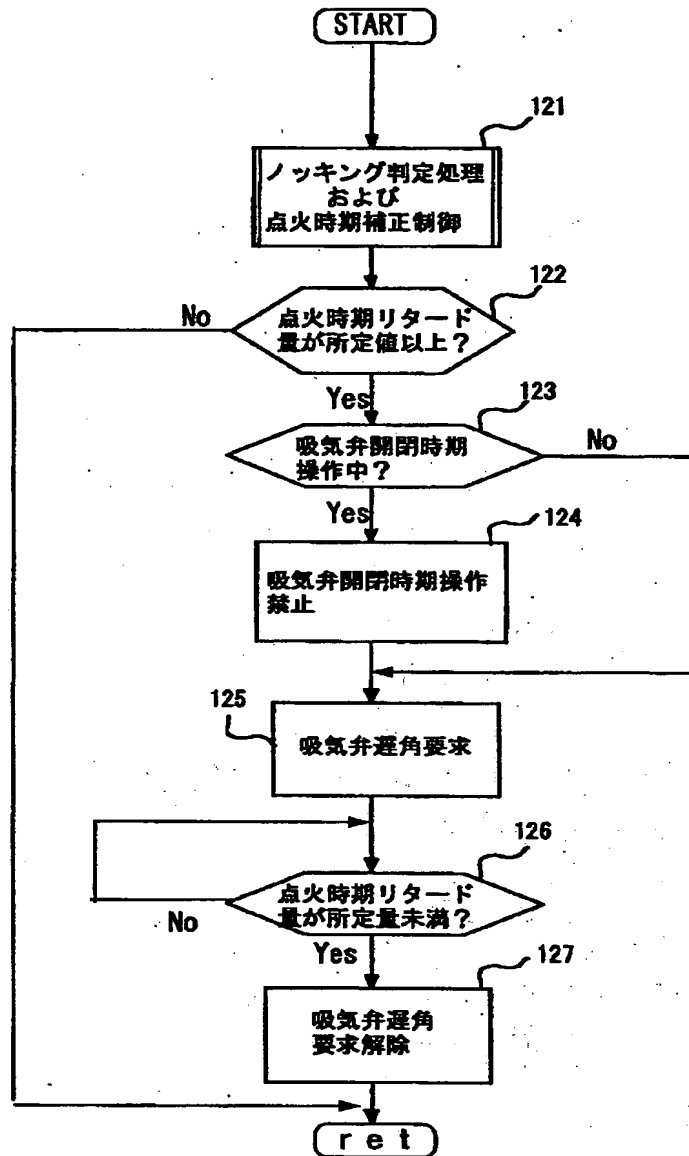
【図8】



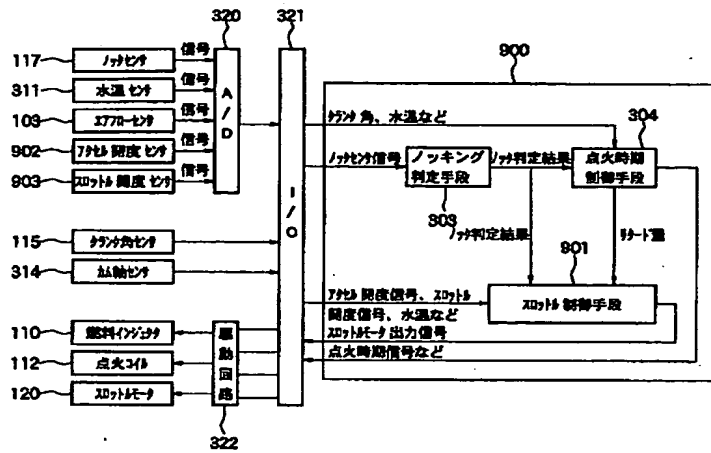
【図3】



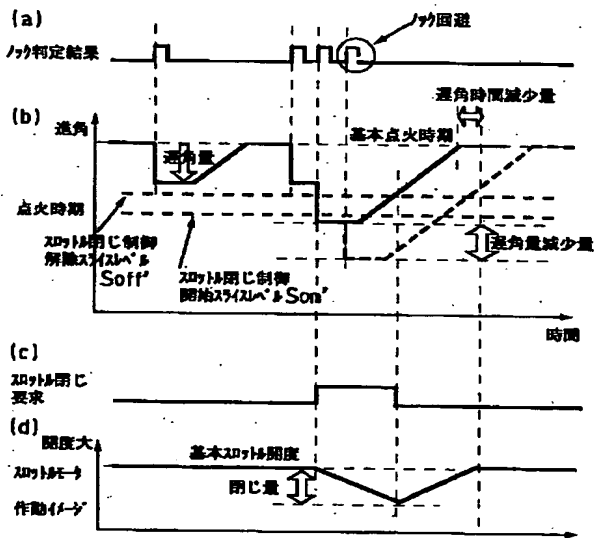
【図4】



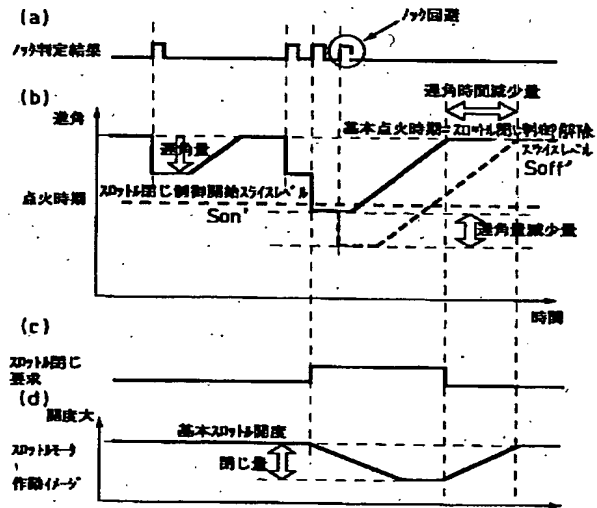
【図9】



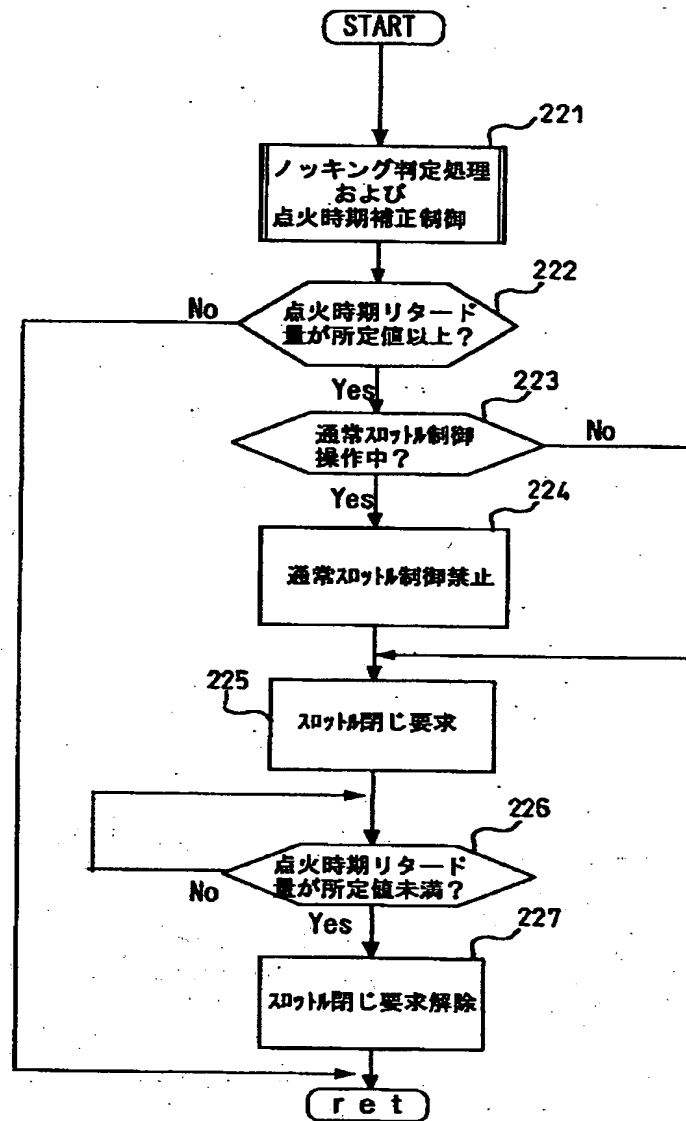
【図11】



【図12】



【図10】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

F 0 2 D 41/22

F 0 2 P 5/152

5/153

識別記号

3 2 0

F I

F 0 2 D 41/22

F 0 2 P 5/15

テーマコード(参考)

3 2 0

D

(72) 発明者 赤城 好彦

茨城県ひたちなか市高場2477番地 株式会

社日立カーエンジニアリング内

Fターム(参考) 3G022 DA02 EA02 EA04 GA01 GA05
GA06 GA08 GA09 GA13 GA14
3G084 BA05 BA17 BA23 DA01 DA02,
DA37 DA38 FA07 FA10 FA20
FA25 FA33 FA38
3G092 AA01 AA11 BA09 DA01 DA08
DC03 EA04 EA14 EA15 EA22
FA16 FA24 FA38 HA01Z
HA06Z HC05Z HE01Z HE03Z
HE08Z HF08Z
3G301 HA01 HA19 JA01 JA02 JA22
JA32 LA00 LA03 LA07 MA12
PA01Z PA11Z PC08Z PE01Z
PE03Z PE08Z PF03Z

